

# Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus

**Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen**

**Juhani Hynynen, Aira Aalto ja Tuija Harju**





# Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus

**Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen**

**Juhani Hynynen, Aira Aalto ja Tuija Harju**



POHJOIS-KARJALAN  
YMPÄRISTÖKESKUS

POHJOIS-KARJALAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN  
RAPORTTEJA 7 | 2007  
Pohjois-Karjalan ympäristökeskus

Taitto: Aki Hassinen  
Kansikuva: Halijärvi, Aki Hassinen  
Sisäsivujen kuvat: Juhani Hynynen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

Edita Prima Oy, Helsinki 2007

ISBN 978-952-II-2873-8 (nid.)  
ISBN 978-952-II-2874-5 (PDF)  
ISSN 1796-1874 (pain.)  
ISSN 1796-1882 (verkkokj.)

## ESIPUHE

Pohjois-Karjala on järvien ja jokien maakunta. Suuret järvet sekä lammet ja joet luovat monimuotoista luonnon maisemakuvaa, johon yhdistyy arvokkaita kulttuuriympäristöjä vanhan asutuksen sijoittuessa – vaarojen lakialueiden ohella – vesistöjen varsille. Vesistöt ovat tärkeä osa pohjoiskarjalaisten elämää. Loma-asutus, veneily ja kalastus ovat edelleenkin tärkeimpiä vesistöjen käyttömuotoja maakunnassa. Vesistöt tarjoavat kasvavalle luontomatkailulle omaleimaisia kohteita ja tukevat näin paikallisten elinkeinojen kehittämistä.

Pohjois-Karjalan vesistöjen tila on viime vuosina parantunut. Pistemäistä kuormitusta, asumajätevesien ja teollisuuslaitosten tuottamia jätevesiä, on vähennetty tehokkaasti uusinta teknologiaa käyttäen. Vesiensuojelun kannalta hajakuormituksen, maa- ja metsätalouden aiheuttaman kuormituksen merkitys onkin korostunut viime vuosina. Intensiivinen metsätalouden ja alueellisesti merkittävän maatalouden kuormituksen vähentäminen ovatkin tämän hetken keskeisiä vesiensuojelukysymyksiä.

Osana alueellista yhteistyötä Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuun yliopiston Ekologian tutkimusinstituutti (ETI, aiemmin Karjalan tutkimuslaitoksen ekologian osasto) ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos käynnistivät vuonna 2004 hankkeen ”Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen”. Hankkeen tavoitteena oli selvittää Pohjois-Karjalalle tyypillisten humuspitoisten vesistöjen tilaa biologian (kasviplankton, piilevät, vesikasvit, pohjaeläimet ja kalasto) ja vesikemian avulla. Hankkeessa selvitettiin myös valuma-alueelta vesistöön kohdistuvan kuormituksen ja vesistöjen ekologisen tilan suhdetta. Kerätyn pohjatiedon perusteella hankkeessa mukana olleille järville arvioitiin vesiensuojelun tarvetta. Hankkeesta saatuja tietoja voidaan käyttää jatkossa myös arvioitaessa Pohjois-Karjalan muiden humusvesien tilaa sekä hoito- ja kunnostustarpeita. Keskeinen osa oli myös paikallisten asukkaiden osallistuminen kotijärviensä tilan arviointiin hankkeessa tehdyn kyselyn avulla.

Hankkeen tuottamaa tietoa, loppuraportin ohella, on tarkemmin esitelty viidessä erillisraportissa sekä hankkeen omilla internetsivuilla. Lisäksi hanke tuotti kansalaisille tarkoitettua vesiensuojelun yleisesitteen sekä internetsivuston. Hanke tukee merkittävästi myös Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämää pintavesien ekologisen tilan arviointityötä Pohjois-Karjalassa.

Hankkeen suunnittelusta ja koordinoinnista sekä loppuraportin ja piileväraportin laatimisesta on vastannut suunnittelija, FL Minna Kukkonen (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus), kasviplankton selvityksistä tutkija FL, MMK Anna-Liisa Holopainen (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, ETI), pohjaeläinselvityksistä tutkija FM Markus Leppä (ETI), vesikasviselvityksistä Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, FM (väit.) Juhani Hynynen, kalastoselvityksistä FM Jukka Kekäläinen (ETI) ja Mikko Olin (RKTL) ekologisen tilan arvioinnista kalaston perusteella. Maankäyttöön ja karttoihin liittyvästä paikkatietoaineistojen käsittelystä vastasi ins. (AMK, ympäristöteknologia) Aki Hassinen.

Osallistujatahot haluavat kiittää tekijöitä ja kaikkia hankkeeseen osallistuneita ja toivovat, että nyt valmistunut hanke omalta osaltaan luo parempia valmiuksia pohjoiskarjalaisten vesistöjen tilan parantamiseksi sekä lisää ihmisten ympäristötietoisuutta ja -osaamista.

Hannu Luotonen  
Pohjois-Karjalan  
ympäristökeskus

Markku Viljanen  
Ekologian tutkimusinstituutti  
Joensuun yliopisto

Martti Rask  
Riista- ja kalatalouden  
tutkimuslaitos



## SISÄLLYS

<b>Esipuhe</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Tutkimusalue</b> .....	<b>8</b>
2.1 Järvityypit.....	8
2.2 Järvien veden laatu, morfologia ja hydrologia .....	10
<b>3 Aineisto ja menetelmät</b> .....	<b>12</b>
3.1 Maastotyöt.....	12
3.2 Päävyöhykelinjaminetelmä.....	12
3.3 Ekologisen tilan arviointi .....	13
<b>4 Tulokset</b> .....	<b>14</b>
4.1 Monimuuttuja-analyysi.....	14
4.2 Veden ravinnepitoisuuden vaikutus kasviyhteisöihin .....	14
4.3 Ekologisen tilan arviointi .....	16
4.3.1 Lajimittarit .....	16
<b>5 Tulosten tarkastelu</b> .....	<b>18</b>
<b>6 Johtopäätökset</b> .....	<b>21</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>22</b>
<b>Liitteet</b> .....	<b>23</b>
Liite 1. Hankejärvien vesikasvilinjat .....	23
Liite 2. Järvikohtaiset lajilistat, lajien yleisyys (linjakohtainen esiintyminen %- ja 7-asteikko) sekä runsaus (% ja 7-asteikko) .....	25
Liite 3. Tutkittujen järvien järvikohtaiset kasvillisuusindeksit .....	27
<b>Kuvailulehti</b> .....	<b>29</b>
<b>Presentationsblad</b> .....	<b>30</b>
<b>Documentation page</b> .....	<b>31</b>





# 1 Johdanto

Vesikasvien koostumus ja runsaussuhteet on valittu Euroopan yhteisön Vesipolitiikan puitedirektiivissa (VPD) pintavesien ekologisen tilan seurannan yhdeksi luokittelun laadulliseksi tekijäksi. Tästä johtuen Suomessa on viime vuosina tehty useita vesikasvillisuustutkimuksiin liittyviä tutkimus- ja kehityshankkeita. Life Vuoksi-hankkeessa kehitettiin ja testattiin mm. maastomenetelmiä sekä ilmakuvatulkintaa (Leka ym. 2003). Menetelmien käyttökelpoisuuden arviointia järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa on testattu Pohjois- ja Etelä-Savon ympäristökeskusten sekä Oulun yliopiston yhteishankkeissa (Vallinkoski ym. 2004). Menetelmäkehittelyn tuloksena on otettu käyttöön mm. päävyöhykelinjamenetelmä, jossa tutkittava linja jaetaan osa-alueisiin eli päävyöhykkeisiin kasvillisuuden mukaan. Menetelmää ovat esitelleet mm. Leka ym. (2003), Vallinkoski ym. (2004) ja Kuoppala ym. (2006).

Vesipuitedirektiivin mukaisten seurantaohjelmien tuli olla valmiita vuoden 2006 loppuun

mennessä, ja ensimmäisen kerran pintavesien luokittelu tulee esittää vuoteen 2009 mennessä vesienhoitoalueiden hoitosuunnitelmissa. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet (Vuori *et al.* 2006) on yhteenveto ympäristöhallinnossa tehdystä tyypittely- ja luokittelutyöstä.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen ja EU:n rahoittamassa projektissa ”Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen” tutkitaan kattavasti pienten pohjoiskarjalaisten järvien ekologista tilaa ja ympäristöhistoriaa sekä pyritään löytämään keinoja niiden tilan parantamiseksi. Hanke kuuluu Itä-Suomen tavoite 1-ohjelmaan.

Tämä osaprojekti kuuluu edellä mainittuun projektiin, ja sen yhteydessä tutkittiin kesällä 2005 päävyöhykelinjamenetelmällä 10 pohjoiskarjalaisen järven ekologista tilaa käyttäen vesikasvillisuuden lajikoostumusta ja runsautta ekologisen tilan mittareina.

## 2 Tutkimusalue

Tutkimuksessa oli mukana 10 pohjoiskarjalaista järveä, joiden pinta-ala vaihteli 139–552 ha (taulukko 1). Järvet sijaitsivat siten, että pohjois-eteläsuunnassa etäisyys eteläisimmästä järvestä pohjoisimpaan oli noin 180 km, ja itä-länsisuunnassa suurin etäisyys järvien välillä oli noin 120 km (kuva 1).

2.1

### Järvityypit

Euroopan unionin vesipuitedirektiivin (EU 2000) toimeenpanoa varten on kehitetty Suomen järvien



Kuva 1. Tutkittujen järvien sijainti.

tyypittelyjärjestelmä (Pilke ym. 2002, Ympäristöministeriö 2002, Suomen ympäristökeskus 2002). Ympäristöministeriö antoi helmikuussa 2006 uuden tyypittelyohjeen (Ympäristöministeriö 2006), jossa järvet jaotellaan pinta-alansa, valuma-alueen maaperän laadun, syvyysuhteidensa, kerrostuneisuutensa sekä maantieteellisen sijaintinsa mukaan huomioon ottaen rehevyystekijöitä ja veden viipymä. Lyhytviipymäisessä tyypissä viipymän rajana on pidetty 10 vuorokautta (Ympäristöministeriö 2006, Suomen ympäristökeskus 2007). Tämän tyypittelyn mukaisesti hankkeen järvet kuuluivat tyypiltään pieniin humusjärviin (Ph), mataliin humusjärviin (Mh), mataliin runsashumuksisiin järviin (MRh), keskikokoisiin humusjärviin (Kh), runsashumuksisiin järviin (Rh) sekä lyhytviipymäisiin järviin (Lv) (taulukko 1).

Tutkittujen keskiumuksisten järvien keskimääräinen syvyys oli 6,2 m (2,0–11,3 m) ja pinta-ala 292,2 ha (139–552 ha). Runsashumuksisten järvien keskisyvyys oli selvästi pienempi, 3,6 m (2,6–4,6 m), kun taas keskimääräinen pinta-ala oli hieman suurempi, 313,8 ha (139–471 ha).

Useimmat järvet olivat hyvin karurantaisia ja rantavyöhykkeen vesikasvillisuus oli niukkaa. Joillakin järvillä esiintyi kuitenkin tiheäköjä ruovikoita ja paikoitellen myös saraikoita ja järvikaislaa sekä näiden sekakasvustoja (kuvat 2 ja 3). Tutkimuksellisesti ehkäpä mielenkiintoisin koko järvi-joukosta oli Petkeljärven kansallispuistoon puolitain kuuluva Petkeljärvi, jossa silmiinpistävää oli harjuihin rajautuvien rantojen voimakas eroosio, joka oli veden pinnankorkeuden suurten vaihteluiden aiheuttamaa. Petkeljärvelle olivat tyypillisiä hiekkarannat sekä pienikokoisista kivistä muodostuneet kivikkorannat (kuvat 4 ja 5). Näillä alueilla hiekka-aineksen eroosio oli muokannut rantaprofiilia, ja muutaman metrin etäisyydellä rantaviivasta tavattiin monin paikoin kulkeutuneesta hiekasta



Kuva 2. Harkkojärven järviruoko-sara- sekakasvustoa.

syntynyt harjanne. Näillä rannoilla, ja Petkeljärvellä yleensäkin, ei esiintynyt pohjaruokasveja, lukuun ottamatta hapsiluikkaa (*Eleocharis acicularis*). Petkeljärven kapeampi osa oli selvästi rehevämpi, paikoin matala ja mutapohjainen. Piistiinjoen suussa tavattiin erittäin sankkoja vesisammalmattoja (kuva 6) sekä tiheitä saraikoita.

Vertailujärviksi tutkituille järville valittiin Valinkosken ym. (2004) tutkimuksessaan käyttämiä, lähellä luonnontilaa olevia keskiumuksisia ja runsashumuksisia vertailujärviä Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan sekä Kainuun ympäristökeskuk-

Taulukko 1. Tutkittujen järvien morfologisia ja hydrologisia piirteitä, järviyyppejä sekä eräiden vedenlaatuparametrien keskimääräisiä arvoja. Syvyys=maksimisyyvyys.

Järvi	Syvyys m	Keskisyvyys m	Tilavuus 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Pinta-ala ha	Rantaviiva km	Keskiviipymä d	Tyyppi	Väri mg Pt l <sup>-1</sup>	Ptot µg l <sup>-1</sup>	Ntot µg l <sup>-1</sup>	Klorofylli-a µg l <sup>-1</sup>
Pusanjärvi	21	7,3	11 970	165	10	116	Ph	70	8	440	4,7
Uramo	19	5,8	18 790	326	21	413	Ph	80	9	420	4,0
Tuopanjärvi	17	4,4	13 768	316	18	211	Ph	70	14	540	4,9
Keski-Otmen	6	2,0	2 826	139	11	77	Mh	80	28	580	5,9
Kajoonjärvi	50	11,3	62 489	552	25	449	Kh	60	10	410	4,0
Petkeljärvi	9	3,1	5 484	176	22	383	Lv	112	19	400	2,9
Oskajärvi	12	2,6	9 795	371	17	333	MRh	140	24	630	3,0
Kinnasjärvi	22	4,4	6 103	139	14	21	Rh	140	25	580	3,6
Harkkojärvi	10	3,5	15 164	437	26	474	Rh	190	28	600	2,1
Koppelojärvi	19	4,6	21 656	471	19	165	Rh	185	62	590	..





Kuva 3. Runsashumuksisen Harkkojärven karua kivikko- ja hiekkarantaa. Etualalla ulpukoiden ja palpakoiden muodostama sekakasvusto sekä linjan suuntauksessa apuna käytetty merkkilippu.



Kuva 4. Runsashumuksisen Petkeljärven karua hiekk- ja kivikorantaa. Harjuihin rajoittuvilla hiekkarannoilla vedenkorkeuden suuret vaihtelut olivat aiheuttaneet voimakasta eroosiota.



Kuva 5. Petkeljärven kivikkorannoilla esiintyi ranta- ja vesikasveja erittäin vähän.

sien alueilta. Vertailujärviä oli kuusi sekä keskihumuksisessa että runsashumuksisessa järvityypissä. Keskihumuksisen vertailujärvien keskimääräinen syvyys oli 3,1 m, pinta-ala 112,5 ha, ja runsashumuksisen järvityypin vastaavasti 3,0 m ja 171,0 ha. Vertailujärvien kuormitustilanne, morfologiset ominaisuudet sekä veden laatu on esitetty julkaisussa Vallinkoski ym. (2004).

## 2.2

### Järvien veden laatu, morfologia ja hydrologia

Tutkittujen järvien veden laadun analyysien aikasarjat ovat peräisin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän pintavesirekisteristä, ja tiedot järvien veden laadusta ovat peräisin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta. Eräistä järvistä (Kajoonjärvi, Oskajärvi) oli erittäin kattavat veden laadun havaintosarjat alkaen 1960-luvun lopulta tai 1970-luvun alusta, kun taas eräistä järvistä havaintoja oli vain muutama (Keski-Otmen, Pusonjärvi). Kaikista järvistä löytyi kuitenkin vedenlaatutietoja viime vuosilta.

Veden fosforipitoisuuden perusteella tarkasteltuna Pusonjärvi, Uramo ja Kajoonjärvi voidaan luokitella oligotrofiseksi (karu), Tuopanjärvi meso-oligotrofiseksi (lievästi rehevä-karu), Petkeljärvi, Oskajärvi ja Kinnasjärvi mesotrofiseksi (lievästi rehevä), Otmenjärvi ja Harkkojärvi meso-eutrofiseksi (lievästi rehevä-rehevä) sekä Koppelojärvi eutrofiseksi (rehevä) (taulukko 1). *a*-klorofyllipitoisuuden perusteella valtaosa järvistä on mesotrofisia, Pusonjärvi ja Tuopanjärvi meso-eutrofisia ja Otmenjärvi eutrofinen. Koppelojärven klorofylliarvo puuttui aineistosta. *a*-klorofyllipitoisuuden analyysisarjat olivat melko niukkoja, ja tästä syystä järvien trofiatason määrittäminen niiden perusteella ei ole erityisen luotettavaa. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat kaikissa järvissä pieniä. Viipymältään Pusonjärvi on selvästi muita pitkäviipymäisempi (yli kolme vuotta), kun Petkeljärvi on lähes läpivirtausjärvi, keskiviipymän ollessa vain noin 5 päivää.

Tarkasteltaessa järvien valuma-alueita, havaitaan selkeitä eroja soiden määrässä, suo- ja metsäojitusten määrässä sekä fosforikuormituksen jakaantumisessa eri kuormituslähteiden kesken (taulukko 2, tarkemmin Kukkonen ym. 2007).

Soiden osuus valuma-alueen pinta-alasta on suurin Petkeljärven ja Oskajärven valuma-alueilla. Oskajärven valuma-alueella myös ojitusten prosentuaalinen osuus oli selkeästi suurin. Ojituksen

Taulukko 2. Tutkittujen järvien vesistöt, lähivaluma-alueen ja koko valuma-alueen pinta-alat, vakituisten ja vapaa-ajanrakennusten lukumäärät (As.rak, V-A.rak), soiden osuus valuma-alueesta (%), maa- ja metsätalouden sekä luonnonhuuhtouman (Lh) osuus järviin kohdistuvasta ravinnekuormasta (arvot ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmästä) ja valuma-alueiden ojitusintensiteetti (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus).

Järvi	Vesistö- alue	Lähi- valuma- alue, ha	Koko valuma- alue, ha	As.rak kpl	V-A.rak kpl	Suot %	Maa- talous %	Metsä- talous %	Lh %	Ojitus- intens. ojam. ha <sup>-1</sup>
Pusonjärvi	04.412	2 346		11	34	4	19	14	39	81
Uramo	01.044	4 506		37	51	3	8	12	49	53
Tuopanjärvi	04.862	3 122	7 410	237	63	3	28	11	44	93
Keski-Otmen	01.027	3 765		62	34	1	25	10	40	43
Kajoonjärvi	04.761	2 168	12 476	268	106	3	28	9	26	61
Petkeljärvi	04.922	2 610	104 898	424	281	5	4	23	54	77
Oskajärvi	04.992	3 984		117	22	3	22	15	54	97
Kinnasjärvi	01.071	1 002	28 097	423	222	1	46	5	35	48
Harkkojärvi	04.982	2 667	17 605	13	24	6	3	11	50	77
Koppelojärvi	04.465	10 596		52	31	4	5	16	51	121

intensiteetti on ollut voimakkainta Koppelojärven ja Tuopanjärven valuma-alueilla.

Luonnonhuuhtouman osuus järveen kohdistuvasta fosforikuormituksesta oli voimakkainta suovaltaisilta Petkeljärven ja Oskajärven valuma-alueilta, mutta lähes samaa tasoa myös Harkko- ja Koppelojärven valuma-alueilta. Maatalouden osuus kuormituksesta oli huomattavinta Kajoonjärven ja Kinnasjärven valuma-alueilta ja pienintä Harkkojärven ja Uramon valuma-alueilta. Metsä-

taloudesta peräisin olevan fosforin huuhtouma oli voimakkainta Uramon ja Harkkojärven valuma-alueilla.

Tuopanjärvellä, Kajoonjärvellä, Petkeljärvellä, Kinnasjärvellä ja Harkkojärvellä on kaukovaluma-alue, muilla pelkästään lähivaluma-alue, koska ne ovat vesistön latvajärviä. Mainittuja viittä järveä lukuun ottamatta, taulukossa 2 esitetyt asumuksien ja kesämökkien määrät tarkoittavat lähivaluma-alueella sijaitsevia asumuksia.



Kuva 6. Petkeljärvellä Piistiinjoen sualueella esiintyi sankkoja sirppi- ja näkinsammalmattoja.



# 3 Aineisto ja menetelmät

## 3.1

### Maastotyöt

Maastotyöt tehtiin kahdessa jaksossa, 8.–12.08.2005 ja 22.–26.08.2005. Kenttäryhmään kuului kaksi henkilöä, joista toinen teki lajinmäärittystä, peittävyiden arviointia sekä paikanmäärittystä, ja toinen henkilö toimi tietojen kirjaajana. Kirjaaja myös kuvasi linjat, mutta kameran rikkoontumisesta johtuen kaikkia linjoja ei saatu kuvattua. Tutkimuksen aikana lajinmäärittäjiä ja runsausarviointeja teki yhteensä kolme henkilöä.

## 3.2

### Päävyöhykelinjamenetelmä

Tutkimuksessa käytettiin Life Vuoksi -hankkeessa kehitettyä (Leka ym. 2003) sekä Pohjois- ja Etelä-Savon alueilla testattua (Vallinkoski ym. 2004) päävyöhykelinjamenetelmää. Järville tehtiin 10 linjaa (liite 1, kartat 1–10) (pl. Petkeljärvi, jossa 12 linjaa), jotka sijoitettiin mahdollisimman tasaisesti ympäri järveä. Menetelmässä käytettiin 5 m leveitä, kohtisuoraan rantaviivaa vasten suunnattuja linjoja. Linja alkoi ranta- ja metsäkasvillisuuden vaihtumisrajasta ja ulottui vesikasvillisuuden ulkoreunaan. Linja suunnattiin jotain maastomerkkiä kohden, ja suuntauksessa apuna käytettiin lippupoijua. Linjan suunta astelukuna merkittiin muistiin. Tutkimuksessa ei tullut vastaan sellaisia tilanteita, joissa vesikasvillisuus olisi ulottunut vastarannalle saakka.

Tutkittava linja jaettiin osiin eli päävyöhykkeisiin rajaamalla ne kasvillisuuden pääelomuotojen (ilmaversoiset, pohjalehtiset, uposkasvit, kelluslehtiset, sekakasvustot jne.) perusteella ja jakoa tarkennettiin nimeämällä osa-alueet valtalajien (sarat, kortteikko, ruovikko, järviruoko-saraikko jne.) mukaan. Vyöhykkeiden alku- ja loppupisteet paikannettiin GPS-paikantimella. Seuraavan vyöhykkeen alkupiste oli samalla myös edellisen

loppupiste. Vyöhykkeiden alku- ja loppupisteistä mitattiin veden syvyys ja määritettiin pohjan laatu (kivi, sora, hiekka, hiesu, lieju, muta, savi).

Päävyöhykelinjoilla yleisyys ja peittävyys arvioitiin käyttäen prosenttiasteikkoa (0,5, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, ...100 %). Yleisyys arvioitiin päävyöhykkeeltä siten, että alue jaettiin 100 päävyöhykkeen pinta-alaan suhteutettuun osaan (ruutuun) ja tämän jälkeen arvioitiin lajikohtaisesti, kuinka monella ruudulla laji kasvoi. Peittävyys arvioitiin keskimääräisenä peittävyysprosenttina yhden m<sup>2</sup>:n alalta niiltä osilta (ruuduilta), joilla lajin yleisyyden arvioinnissa katsottiin esiintyvän (Vallinkoski ym. 2004).

Upos- ja pohjalehtisten kasvien havainnointiin käytettiin vesikiikaria rantavyöhykkeestä näkyvyiden äärirajoille. Lisäksi pohjaa harattiin ns. Lutherharalla, jonka leveys on 40 cm. Hara oli sidottu köyteen ja sillä pystyttiin haraamaan myös syvässä vedessä mahdollisesti esiintyvä vesikasvillisuus.

Kasvit pyrittiin määrittämään mahdollisuuksien mukaan lajitasolle saakka, mutta eräät vesisammalat, kukkimattomat sarat ja kukintonsa menettäneet palpakot sekä isoetidit määritettiin sukutasolle. Lajinmäärittäyksessä käytettiin apuna Retkeilykasviota (Hämet-Ahti 1998) sekä Jyväskylän ja Helsingin yliopistojen opetusmonisteita.

Päävyöhykelinjoilta kerätystä aineistosta laskettiin lajin yleisyyttä ja runsautta kuvaava kasvillisuusindeksi (Ilmavirta ja Toivonen 1986) seuraavalla kaavalla:

$$V = 2^{(yleisyys+runsaus-1)}$$

jossa,

**V** = ko. lajin kasvillisuusindeksi,

**yleisyys** = kuinka monella linjalla tutkituista

linjoista laji on esiintynyt (%),

muutettuna 7-asteikolle seuraavasti

1 = < 0,5 %, 2 = 0,5–1 %, 3 = 1–5 %,

4 = 5–25 %, 5 = 25–50 %, 6 = 50–75 %

ja 7 = 75–100 %.

**runsaus** = lajin keskimääräinen peittävyys esiintymispaikoillansa (linjojen osa-alueilla) muutettuna 7-asteikolle.

## Ekologisen tilan arviointi

Ekologisen tilan arvioinnissa käytettiin vastaavallisissa selvityksissä (Leka ym. 2003, Vallinkoski ym. 2004) aiemmin käytettyjä ja kehitettyjä mittareita. Näitä mittareita ovat (1) rehevyytason vaikutukset kasviyhteisön koostumukseen, (2) lajimittarit, joista tässä käytettiin lajimäärää, järvityypille ominaisten lajien lukumäärää ja järvityypille ominaisten lajien osuutta lajistosta (3) runsaussuhteiden mittarit, joista käytettiin taksonien odotettuja runsauksia (4) monimuuttuja-analyysi.

Kaikki ekologisen tilan mittarit pohjautuvat havaitun (O, observed) ja odotetun (E, expected) arvon vertaamiseen. O/E-suhte on esitelty esimerkiksi julkaisuissa Hämäläinen ym. (2002) ja Wallin ym. (2003). Tyypikohtaiset odotetut mittarin arvot on laskettu Vallinkosken ym. (2004) käyttämien vertailujärvien keskiarvona. Jos havaitut mittarin arvot olivat suurempia (vaikka ekologisen tilan ajateltiin kohdejärvessä heikentyneen) kuin odotetut, on 0–1 välille skaalautuvan ekologisen laatusuhteen laskemiseksi otettu O/E-suhteesta käänteisluku (vrt. esim. Wallin ym. 2003).

Järvien rehevyytason, kokonaisfosforin ja -typen, vaikutuksia tutkittiin kohdejärvien vesikasvillisuuden lajimäärään ja runsauteen. Runsaustarkastelu tehtiin myös elomuodoittain, jossa käytettiin Toivosen (1981) ryhmittelyä.

Lajimääräpohjaiset ELS-arvot (ekologinen laatusuhde) saatiin jakamalla havaittu lajimäärä odotetulla lajimäärällä ja ottamalla saadusta arvosta käänteisluku (vrt. Vallinkoski ym. 2004). Odotettu lajimäärä laskettiin järvityypikohtaisesti vertailujärviltä havaittujen lajimäärien keskiarvoina.

Järvityypille ominaisiksi lajeiksi määritettiin ne lajit, jotka esiintyivät vähintään 50 %:ssa Vallinkosken ym. (2004) käyttämistä vertailujärvistä. Odotettu arvo saatiin vertailujärvistä laskemalla näytepaikoilla esiintyvien tyyppille ominaisten taksonien keskimääräinen lukumäärä. Järvityypille ominaisten lajien kokonaislukumäärän lisäksi määritettiin tyyppikohtainen odotusarvo järvityypille ominaisten lajien osuudelle havaitusta kokonaislajimäärästä. Mittarin arvot pääsääntöisesti pienenevät ihmistoiminnan muuttamissa järvissä, joten ekologinen laatusuhde voidaan määrittää O/E -suhteena (Vallinkoski ym. 2004).

Vesikasvillisuuden runsaussuhteita tutkituilla järvillä tarkasteltiin elomuodoittain. Tarkasteluun valittiin pohjalehtiset, kelluslehtiset ja ilmaversoiset. Näiden tiedetään reagoivan selvimmin ravintason lisääntymiseen (Toivonen 1984, Ilmavirta ja Toivonen 1986, Vallinkoski ym. 2004). Runsausmuuttujana oli kasvillisuusindeksi ja tulokset ilmaistiin ekologisen laatusuhteena.

Kohdejärvien sekä vertailujärvien ryhmittymistä kasvilajiston perusteella testattiin DCA-ordinaatioanalyysillä (Hill 1979). DCA on käyttökelpoinen monimuuttuja-analyysimetodi silloin, kun gradientin pituus analyysissä on > 1,5. Analyysi laskettiin CANOCO laskentaohjelmalla (ter Braak and Šmilauer 1998). Analyysissä annettiin alhaiset painoarvot (downweighting) harvinaisille lajeille sekä käytettiin logaritmi-muunnosta.

Erilaiset vesikasvillisuuden tilaa kuvaavat muuttujat soveltuvat eri tavoin järvien ekologisen tilan luokitteluun. Taulukossa 3 on summattu Vuoren ym. (2006) mukaisesti eri muuttujien vahvuuksia ja heikkouksia ekologisen tilan arvioinnissa.

Taulukko 3. Arvio vesikasvillisuuden tilaa kuvaavien muuttujien soveltuvuudesta järvien ekologisen tilan luokitteluun (Vuori ym. 2006).

Muuttuja Lajistokoostumus	Soveltuvuus ja käyttökelpoisuus
Lajimäärä	Soveltuu vähähumuksisiin tyypeihin kuvaamaan rehevöitymistä, mutta lajimäärä alkaa laskea rehevöitymisen edetessä. Käyttö vaatii suurta asiantuntemusta ja erilaatuisten aineistojen yhdenmukaistamista.
Tyypille ominaiset lajit	Yleislajien suuri määrä heikentää tulosta. Soveltuu kuitenkin varauksin samantyyppisten järvien vertailuun.
Lajikoostumuksen samankaltaisuus	Errottelee hyvin maantieteellisesti lähellä olevat kuormitetut ja luonnontilaiset järvet toisistaan, mutta tulkinnallisesti hankala.
Tyypilajien suhteellinen määrä	Soveltuvuus melko hyvä, mutta lajimäärän lisääntyminen rehevöitymisen edetessä hankaloittaa tulkintaa.
<b>Runsaus</b>	
Kasvittuneen rannan osuus	Menetelmä kuvaa hyvin rehevöitymistä, mutta vaatii tuekseen syvyyskartta-aineiston sekä ilmakuvauksen. Vuosien välinen vaihtelu ja tulkinta-ajankohta voi vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi.
Kasvillisuusindeksi sovelluksineen	Soveltuu hyvin etukäteen tiedetyn paineen kuten säännöstelyn kuvaamiseen, mutta vaatii tuekseen asiantuntija-arvion. Ei kuvaa suoraan rehevöitymispainetta.

## 4 Tulokset

4.1

### Monimuuttuja-analyysi

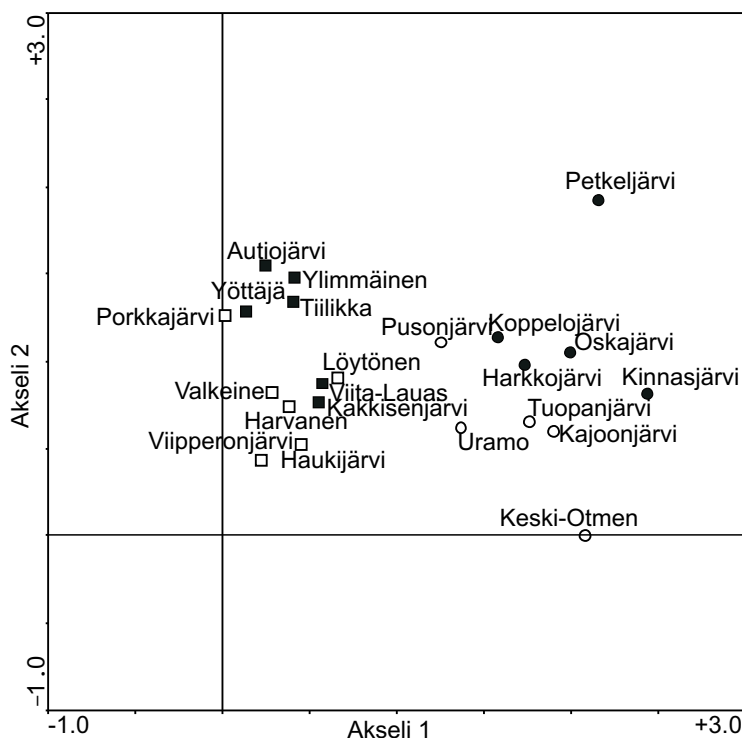
Lajistokoostumuksensa perusteella eri järvityyppihin kuuluvat vertailujärvet ja kohdejärvet erottuivat toisistaan, joskin tyyppin sisäinen vaihtelu oli melko suurta (kuva 7). Edelleen vertailujärvet ja kohdejärvet erottuivat lajistonsa perusteella selvästi toisistaan. Vertailujärvien ja kohdejärvien lajistollisia eroja voidaan selittää biodiversiteetissä olleiden erojen ja lajinmäärittystason kautta. Vertailujärvien kasvilajisto oli keskimäärin selvästi monipuolisempaa kuin kohdejärvissä, ja niissä runsaina esiintyneet isoetidit oli määritetty kahdeksi lajiksi, kun taas kohdejärvissä ne oli määritetty sukutasolle. Petkeljärvi erosi muista runsashumuksisista kohdejärvistä voimakkaiden vesisammalkasvustojensa ja niukan pohjalehtislajistonsa perusteella. Keski-Otmenjärvi erosi muista keskihumuksisista järvistä voimakkaiden järvi-

ruoko-sara-sekasvustojen sekä runsaina esiintyneiden pohjalehtiskasvustojen (*Lobelia dortmanna*, *Isoëtes*) perusteella.

4.2

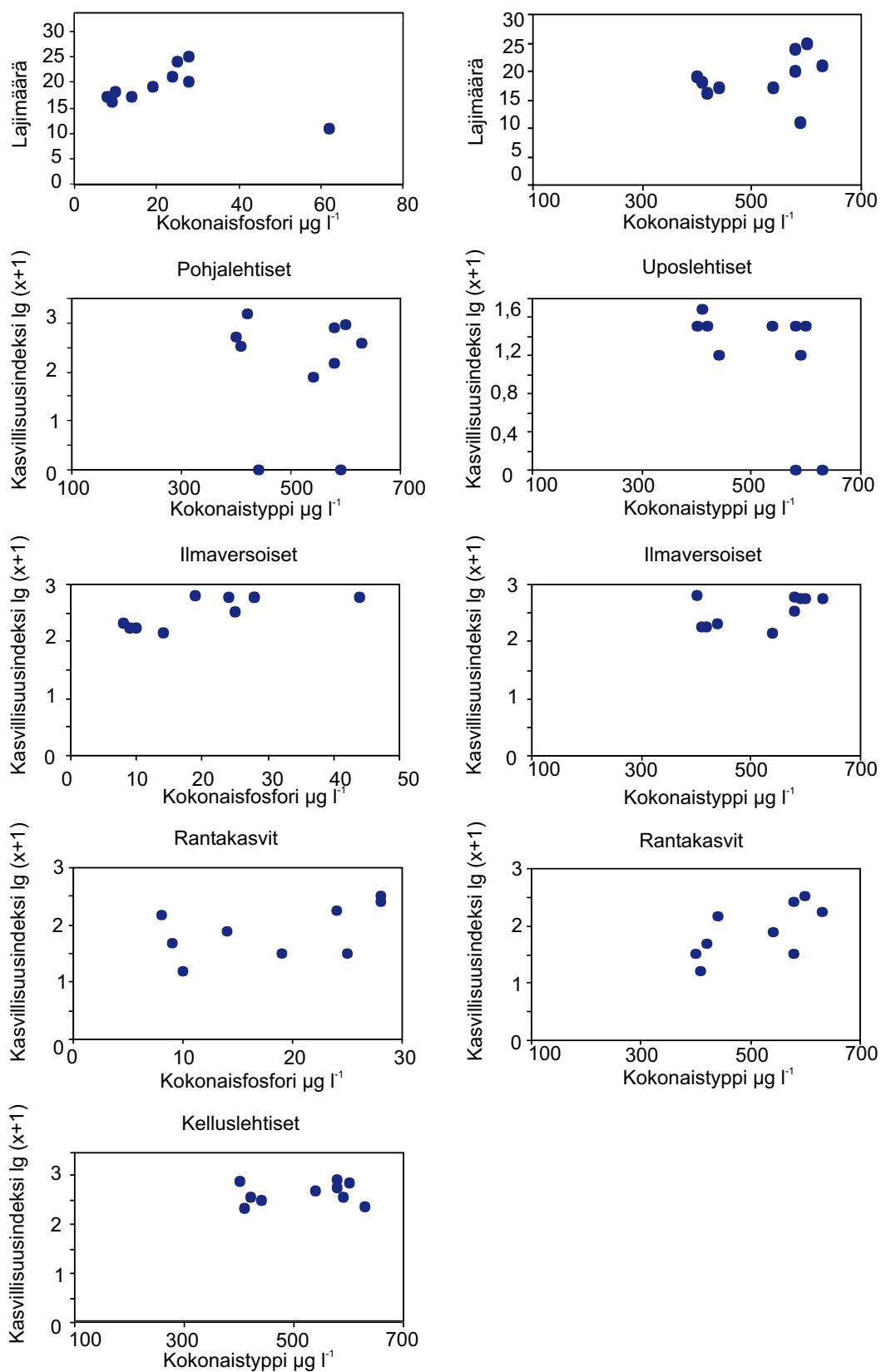
### Veden ravinnepitoisuuden vaikutus kasviyhteisöihin

Makrofyyttien kokonaislajimäärän ja kokonaisfosforipitoisuuden sekä kokonaistyyppipitoisuuden välillä oli tässä aineistossa heikko positiivinen korrelaatio (kuva 8). Koppelojärvi, jossa fosforipitoisuus oli selvästi korkeampi kuin muissa kohdejärvissä, näytti kuitenkin olevan poikkeus tästä trendistä. Järvestä löytyi erittäin vähän vesikasvilajeja. Koppelojärven kasviyhteisön rakenne näyttäisi joko olevan riippuvainen muista ympäristötekijöistä kuin järven trofiatasosta tai sitten järvi on niin rehevöitynyt, että lajimäärä on kääntynyt laskuun.



Kuva 7. Vertailujärvien ja kohdejärvien ryhmittäminen DCA-ordinaatiossa vesi- ja rantakasvien runsaussuhteiden (kasvilisäusindeksi) perusteella. Avoin neliö = keskihumuksiset vertailujärvet, avoin ympyrä = keskihumuksiset kohdejärvet, musta neliö = runsashumuksiset vertailujärvet, musta ympyrä = runsashumuksiset kohdejärvet.





Kuva 8. Kokonaisfosfori ja -typpipitoisuuksien vaikutus vesi- ja rantakasvillisuuden lajimäärään ja elomuotojen runsauteen.

Tarkasteltaessa elomuotojen suhdetta lisääntyvään veden ravinteisuuteen, havaittiin pohjalehtisten kasvien runsauden ja kokonaistypen välillä heikko negatiivinen riippuvuus. Uposlehtisten ja kelluslehtisten runsaus ei ollut riippuvainen ravinteisuudesta. Ilmaversoisten ja rantakasvien runsauden sekä lisääntyvän ravinteisuuden välillä oli heikko positiivinen korrelaatio. Aineisto oli kaiken kaikkiaan niin pieni, että näitä tuloksia voinee pitää lähinnä suuntaa antavana.

#### 4.3

### Ekologisen tilan arviointi

#### 4.3.1

#### Lajimittarit

Keskihumuksisten järvien päävyöhykelinjoilla esiintyi 13–17 vesi- tai rantakasvilajia, ja runsashumuksisen järviyytymisen linjoilla vastaavasti 9–24 kasvilajia (liite 2, 1–10). Lajistolle lasketut kasvillisuusindeksit järvittäin on esitetty liitteessä 3.

Havaitut lajimäärät ja lasketut kasvillisuusindeksin arvot olivat huomattavasti pienempiä kuin Vallinkosken ym. (2004) tutkimuksessaan käyttämällä vertailujärvillä. Etelä- ja pohjoissavolaisten sekä kainuulaisten keskihumuksisen järviyytymisen vertailujärvien päävyöhykelinjoilta tavattiin keskimäärin 25 lajia (18–33) ja runsashumuksisen järviyytymisen linjoilta 23 (12–32). Eroa voi osittain selittää tuon tutkimuksen suurempi päävyöhykelinjojen määrä järveä kohti, 15, kun linjojen määrä tässä tutkimuksessa oli 10/järvi. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että tässä tutkimuksessa järvien lajimäärää ei olisi olennaisesti saatu nostettua linjojen määrää lisäämällä, sillä useimpien kohdejärvien vesikasvillisuus oli kauttaaltaan niukkaa, ja yksittäisestä järvestä tutkittujen linjojen lajikoostumus oli pääsääntöisesti hyvin samanlaista.

Kohdejärviltä linjakartoituksessa havaitusta kokonaislajimäärästä lasketut ekologiset laatusuhteet (taulukko 4) eivät tässä tapauksessa erotelleet ”kuormitettuja kohdejärviä” vertailujärvistä eli näillä kohteilla vesi- ja rantakasvillisuuden lajimäärä ei ollut lisääntynyt verrattuna vertailuolosuhteisiin.

Tilanne oli samanlainen sekä keskihumuksisessa järviyytymisessä että runsashumuksisessa tyypissä. Taulukon 4 lajimäärä-sarakkeessa olevat ekologisen laatusuhteen korkeat arvot (kohdejärvissä vähän

lajeja, joten ottamalla käänteisluku kohdejärvien/vertailujärvien lajimäärän suhteesta saadaan suuri luku) eivät siis tässä tapauksessa kuvaa todellista ekologisen tilan muutosta suhteessa vertailuoloihin, jos lähtökohdaksi otetaan ajatus, että kuormitus ja sitä kautta rehevöityminen lisää järven vesi- ja rantakasvillisuuden lajimäärää. Aineiston mukaan vertailujärvet olisivat tässä tapauksessa lajimäärän perusteella selvästi kohdejärviä rehevämpiä. Poikkeuksen tekee ainoastaan Harkkojärvi, jossa havaittu lajimäärä oli 24, eli suurempi kuin runsashumuksisissa vertailujärvissä keskimäärin (23). Mutta Harkkojärvenkin ELS-arvo oli suurempi kuin eräissä saman järviyytymisen vertailujärvissä, joten ekologisen tilan huononemisesta suhteessa vertailutilaan ei voida varsinaisesti puhua.

Järviyytymiselle ominaisten lajien määräkään ei erotellut kohdejärviä vertailujärvistä todellisen rehevyysgradientin mukaan. Tyypilajimäärä saa maksimissaan arvon 1, jos kohdejärvestä löytyvät kaikki järviyytymisen vertailujärville tyypilliset vesikasvilajit. Jos luokittelukriteeriksi asetetaan tyypilajien kohdalla esiintyminen vähintään 50 % vertailujärvistä, keskihumuksiselle tyypille ominaisten lajien määrä vertailujärvissä oli keskimäärin 21 ja runsashumuksisen tyypin 19 (Vallinkoski ym. 2004). Kohdejärvissä tyypilajien määrä vaihteli keskihumuksisissa tyypissä 10–12 ja runsashumuksisissa 6–13. Keskihumuksisissa kohdejärvissä tyypilajien perusteella laskettu ELS vaihteli 0,48–0,57 ja runsashumuksisissa tyypissä 0,32–0,68. Tässäkin tapauksessa syy kohdejärvien näennäisesti alhaisiin EQR-arvoihin oli niiden vesikasvilajiston ja kasvillisuuden runsauden yleinen niukkuus.

Järviyytymiselle ominaisten lajien suhteellisesta osuudesta lasketut ELS-arvot olivat keskihumuksisissa tyypissä lähellä vertailujärvien arvoja ja runsashumuksisissa tyypissä selkeästi vertailujärviä alhaisempia. Keskihumuksisissa vertailujärvissä tyypilajien suhteellinen osuus kokonaislajimäärästä oli keskimäärin 80 % ja kohdejärvissä se vaihteli 82–99 %. Runsashumuksisissa luvut olivat vastaavasti 79 % ja 37–88 %.

Elomuodoittainen tarkastelu ilmensi edelleen samaa kohdejärvien lajiston ja kasvillisuuden niukkuutta suhteessa vertailujärviin. Ainoastaan Uramossa pohjalehtisten runsaus oli samaa tasoa kuin vertailujärvissä. Tämäkään mittari, huolimatta alhaisista ELS-arvoista, ei kuvaa ekologisen tilan huononemista vaan järvien karuutta ja vesikasvillisuuden niukkuutta.

Taulukko 4. Vesikasvillisuuden laji- ja runsausmittareiden perusteella lasketut ekologisen laatusuhteen arvot kohdejärvissä sekä vertailujärvissä (Vallinkoski ym. 2004), jotka on merkitty taulukkoon kursivilla.

Järvet	Lajimäärä	Tyypilajien määrä	Tyypilajien suhteellinen osuus	Pohja-lehtisten odotettu runsaus	Kellus-lehtisten odotettu runsaus	Ilmaversoisten odotettu runsaus
Keskihumuksiset väri 30–90 mg Pt l <sup>-1</sup>						
<i>Valkeinen</i>	1,00	1,13	1,05	0,93	1,55	1,63
<i>Löytönen</i>	1,14	0,94	1,08	0,69	3,81	3,26
<i>Harvanen</i>	0,96	1,08	1,10	0,26	0,44	0,48
<i>Haukijärvi</i>	0,76	1,17	0,87	1,87	1,79	1,00
<i>Viipperiönjärvi</i>	0,96	1,03	1,01	2,09	0,53	0,54
<i>Porkkajärvi</i>	1,39	0,66	0,90	0,15	2,72	5,80
Pusonjärvi, Ph	1,79	0,52	0,99	0,01	0,09	0,07
Uramo, Ph	1,56	0,57	0,94	0,94	0,09	0,05
Tuopanjärvi, Ph	1,92	0,62	0,97	0,06	0,12	0,03
Keski-Otmen, Mh	1,67	0,48	0,84	0,47	0,10	0,18
Kajoonjärvi, Kh	1,47	0,52	0,82	0,19	0,04	0,04
Runsashumuksiset väri > 90 mg Pt l <sup>-1</sup>						
<i>Tiilikka</i>	0,87	1,06	0,88	1,85	0,88	2,19
<i>Ylimmäinen</i>	0,70	1,24	0,83	0,93	1,06	0,94
<i>Viita-Lauas</i>	1,25	0,82	0,99	0,00	0,47	0,66
<i>Kakkisenjärvi</i>	1,18	0,94	1,07	0,53	0,85	0,69
<i>Yöttäjä</i>	1,88	0,71	1,27	0,71	12,75	3,03
<i>Autiojärvi</i>	0,80	1,24	0,95	1,99	1,82	0,86
Petkeljärvi, Lv	1,27	0,44	0,37	0,71	0,50	0,11
Oskajärvi, MRh	1,27	0,63	0,53	0,53	0,15	0,17
Kinnasjärvi, Rh	1,44	0,56	0,47	0,20	0,39	0,08
Harkkojärvi, Rh	0,96	0,68	0,71	1,27	0,46	0,19
Koppelojärvi, Rh	2,56	0,32	0,88	0,00	0,25	0,24

## 5 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa mukana ollut 10 järven ryhmä edusti kahta järvityyppiä, keskijumuksista ja runsasumuksista. Järvet olivat ravinteisuudeltaan hyvin erilaisia, osa hyvin karuja, osa mesotrofisia ja osa eutrofisen rajalla olevia. Koppelojärvi oli selkeästi rehevöitynyt. Järvet erosivat toisistaan myös valuma-alueidensa suhteen: osa oli vesistöjen latvajärviä ja osalla oli kaukovaluma-alue. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi ekologisten lajimittareiden käyttöä järvien tilan arvioinnissa hankaloitti kohdejärvien ja vertailujärvien morfologiaan ja maantieteelliseen sijaintiin liittyvä huomattava vaihtelu.

Tutkimusasetelma voidaan pelkistää seuraavasti. Tutkittavana oli joukko järviä, joiden painetilanne oli hyvin erilainen. Osa järvistä oli karuja erämaajärviä, joihin ihmistoiminta nykyisellään vaikuttaa hyvin vähän. Näitä järviä voitaisiin periaatteessa käyttää saman maantieteellisen alueen kuormitettujen järvien vertailujärvinä. Tällaisten järvien vertaaminen toisen maantieteellisen alueen lähellä luonnontilaa oleviin järviin ei sinällään ole mielekästä. Osa kohdejärvistä taas oli selkeästi maa- ja metsätalouden kuormittamia, ja näin ollen näiden järvien vertaaminen tyyppin vertailujärviin oli tässä tapauksessa mielekkäämpää. Ongelmaksi muodostui kuitenkin se, että pohjoiskarjalaiset ja vertailujärvinä käytetyt etelä- ja pohjoissavolaiset sekä kainuulaiset järvet voivat olla luontaisestikin hyvin erilaisia johtuen mm. valuma-alueen erilaisista ominaisuuksista (latvajärvi/kaukovaluma-alue) sekä järven morfologiaan, erityisesti rantaprofiiliin liittyvistä muutujista.

Myös järvien nykyisessä tyyppittelyssä on todennäköisesti vielä heikkouksia, jotka hankaloittavat vesistöjen ekologisen tilan seurantaa ja luokitte-  
lua biologisten mittareiden avulla. Latvajärvissä ja alempana vesistössä sijaitsevilla järvillä orgaanisen aineksen olomuoto on erilainen. Mitä alemmas vesistössä mennään, sitä hienojakoisemmaksi orgaaninen aines käy, ja sitä suurempi merkitys sillä voidaan katsoa olevan biodiversiteettiä ylläpitävänä ja lisäävänä tekijänä. Nykyisessä järvityypittelyssä tätä seikkaa ei ole huomioitu riittävästi.

Edellä mainitusta johtuen ei ollut yllättävää, että ekologinen laatusuhde järven tilan ilmentäjänä ei tässä tapauksessa tarjonnut luotettavia luokitte-  
luperusteita. Vertailussa kävi selkeästi ilmi, että

pohjoiskarjalaisten järvien kasvillisuus on selvästi niukempaa ja lajisto köyhempää kuin käytetyissä vertailujärvissä. Tutkimus antoi viitteitä siitä, että vertailujärvien ja kohdejärvien tulisi sijaita mahdollisuuksien mukaan samalla maantieteellisellä alueella, niiden valuma-alueiden tulisi olla maankäytöltään samantyyppisiä kuten myös järvien sijainnin valuma-alueella. Järvien erilainen morfologia, pohjanlaatu, rannan kaltevuus ja suojaisuus voivat edelleen lisätä hajontaa.

Lajimittareilla ja runsaussuhteiden mittareilla on myös omat heikkoutensa, jotka aiheuttavat tuloksiin vaikeasti tulkittavaa vaihtelua. Vallinkosken ym. (2004) mukaan esimerkiksi järvityypille ominaiset lajit eivät sovellu vesikasvillisuuden ekologisen tilan mittareiksi, koska vesikasvilajistoon kuuluu paljon ns. indifferenttejä jokapaikan lajeja, joiden osuus tyyppille ominaisten lajien tarkastelussa on suuri. Toisaalta mittari ilmentää ainoastaan yksisuuntaista muutosta, vertailuoloissa esiintyvien lajien häviämistä kuormituksen myötä. Mittari ei huomioi kuormituksen myötä järvelle tulevia uusia, rehevyyttä ilmentäviä lajeja. Tyyppilajien suhteellinen osuus koko lajistosta huomioi myös muun lajiston, joten se toimii sen vuoksi yleensä paremmin muutoksen ilmentäjänä.

Myös lajinmäärityksen tarkkuudella ja menetelmästä johtuvilla epätarkkuuksilla on huomattava merkitys tulosten tulkintaa ajatellen. Tämän tutkimuksen ja Vallinkosken ym. (2004) tutkimuksen määrittystarkkuudessa ei ollut merkittäviä eroja. Kuitenkin esimerkiksi lahnaruohon, palpakoiden ja eräiden vesisammalien määrittystarkkuus vaihteli tutkimuksissa, joka lisäsi jossain määrin hajontaa ja vaikeutti vertailua.

Tutkimuslinjojen määrä voi periaatteessa vaikuttaa paljonkin tutkimustuloksiin. Vertailujärvistä tutkittiin 15 linjaa ja kohdejärvistä 10. Todennäköisesti vähäisempi linjojen määrä on aiheuttanut sen, että joku harvinainen laji on voinut jäädä huomaamatta. Toisaalta monet kohdejärvistä olivat hyvin selväpiirteisiä vesikasvillisuuden suhteen. Järvissä oli paljon samantyyppistä hiekka- tai sorarantaa, tai pelkkiä kivikoita ja kallioita, ja näiden rantojen kasvillisuus oli hyvin samantyyppistä järven eri osissa. Tiheästi kasvittuneita lahtia ja suojaisia alueita oli vähän, ja mikäli sellaisia habitaatteja oli, ne pyrittiin sisällyt-

tämään tutkimukseen. Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että kasvattamalla linjojen määrää 15:een, lajimäärä olisi voinut hieman kasvaa, mutta ero vertailujärviin olisi silti jäänyt huomattavaksi.

Kohdejärvien ekologisen tilan voidaan arvioida maastotarkastelun ja kasvillisuuden koostumuksen perusteella olleen pääsääntöisesti hyvä. Selkeimmät ”hot spotit” ja hyvän ekologisen tilan saavuttamista uhkaavat riskikohteet olivat Petkeljärvellä, Koppelojärvellä, Oskajärvellä ja Keski-Otmenjärvellä. Kohdejärvien ekologista tilaa voitiin karkeasti arvioida taulukossa 5 olevien vesiputedirektiivin mukaisten kriteerien avulla.

Arvio järvien ekologisesta tilasta, rantojen profiilista ja pohjanlaadusta sekä vesikasvillisuuden erityispiirteistä ja ihmisen aiheuttamasta kuormituspaineesta on esitetty taulukossa 6.

Petkeljärven rantaeroosio oli paikoin huomiota herättävää ja tavallisten pohjalehtisten lajien puuttuminen (ainoastaan aivan rantaviivan tuntumassa oli *Eleocharis acicularista*) voi liittyä eroosiorantojen rantaprosessien voimakkuuteen. Hiekkaa kulkeutuu paljon ja se kasautuu ranta-

vyöhykkeeseen vallimaisiksi muodostumiksi. Toisaalta Petkeljärven kapeampi ja matalampi osa oli paikoin rehevöitynyt ja matalaa mutapohjaa oli paljon. Piistiinjoen suualueella olevat sankat vesisammalmatot ja saraikot kuvastavat alueelle tulevaa kuormitusta.

Eutrofisen Koppelojärven vesikasvilajisto oli hyvin yksipuoleinen ja niukka. Vallinkosken ym. (2004) mukaan erittäin rehevien järvien lajimäärä voi kääntyä laskuun muutaman kilpailukykyisen lajin vallatessa voimakkaasti kasvualaa. Koppelojärvellä esiintyi erittäin runsaasti järvikortetta (*Equisetum fluviatile*), joka kasvaa usein sankkoina kasvustoina rehevöityneessä vesistössä. Taajaan kasvaessaan se tukahduttaa tehokkaasti muiden lajien kasvustoja. Järveltä ei tavattu lainkaan pohjalehtisiä kasveja.

Keskisyvyydeltään matalien Oskajärven ja Keski-Otmenjärven rannoilla on paikoin tiheitä järviruokokasvustoja, jotka ilmentävät paikallista kuormitusta. Molempien ympäristössä on paljon suo- ja metsäojituksia, jotka voivat olla syynä rantojen rehevöitymiseen.

Taulukko 5. Järvien ja jokien ekologista tilaa koskevat määritelmät makrofyyttien ja fytobenthoksen eli pohjalevaston perusteella (Vuori ym. 2006).

Ekologinen tila	Tilan määritelmä
Erinomainen tila	Taksonikoostumus vastaa täysin tai lähes täysin häiriintymättömiä olosuhteita. Ei havaittavia muutoksia makrofyyttien ja fytobenthoksen keskimääräisissä runsaussuhteissa.
Hyvä tila	Vähäisiä muutoksia makrofyyttien ja fytobenthoksen taksoneissa ja niiden runsaussuhteissa verrattuna tyypille ominaisiin yhteisöihin. Kyseiset muutokset eivät osoita fytobenthoksen tai korkeamman vesikasvillisuuden lisääntynyttä kasvua, joka johtaisi ei-toivottuihin muutoksiin vesieliöstössä tai veden tai sedimentin fysikaalis-kemiallisessa laadussa.
Tyydyttävä tila	Makrofyyttien ja fytobenthoksen taksonikoostumus eroaa kohtalaisesti tyypille ominaisista yhteisöistä ja on muuttunut merkittävästi enemmän kuin hyvä tila vastaavissa olosuhteissa. Kohtalaisen selviä muutoksia makrofyyttien ja fytobenthoksen keskimääräisissä runsaussuhteissa.
Välttävä tila	Suurehkoja muutoksia makrofyyttien ja fytobenthoksen taksonikoostumuksessa ja keskimääräisissä runsaussuhteissa. Makrofyytti- ja fytobenthosyhteisöt eroavat merkittävästi niistä, jotka tavallisesti liitetään kyseiseen pintavesimuodostumatyyppiin häiriintymättömissä olosuhteissa.
Huono tila	Vakavia muutoksia makrofyyttien ja fytobenthoksen taksonikoostumuksessa ja keskimääräisissä runsaussuhteissa. Puuttuu suuri osa niistä makrofyytti- ja fytobenthosyhteisöistä, jotka tavallisesti liitetään kyseiseen pintavesimuodostumatyyppiin häiriintymättömissä olosuhteissa.

Taulukko 6. Arvio kohdejärvien ekologisesta tilasta ja tiedot rantojen profiilista ja pohjanlaadusta sekä vesikasvillisuuden erityispiirteistä ja ihmisen aiheuttamasta kuormituspaineeista. E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä ja Hu = huono.

Järvi, tyyppi	Ekologinen tila	Rantojen pääpiirteet	Kasvillisuuden pääpiirteet	Erityishuomiot
Pusonjärvi (Ph)	Hy	Kohtalaisen jyrkät rannat, suurehko keskisyvyys, paljon lähes kasvittomia kivikko-, sora- ja hiekkarantoja.	Niukka kasvillisuus, pohjalehtiset puuttuivat lähes täysin.	Pitkäviipymäinen ja karu. Ihmistoiminnan aiheuttama paine melko alhainen vaikka ojitussintensiiteetti korkeahko.
Uramo (Ph)	E-Hy	Lähes kaikki tutkitut rannat hietta- tai hiekkapohjaisia, melko loivia.	Runsaasti pohjalehtistä kasvillisuutta.	Karu, ihmistoiminnan aiheuttama paine melko alhainen.
Tuopanjärvi (Ph)	Hy	Hiekka- ja kivikkorantaa, melko loivat rannat.	Paikoin tiheästi järvikaislaa, pohjalehtisistä vain nuottaruohoa.	Karuhko, lyhyehkö viipymä. Järvellä kaukovaluma-alue. Ojitusintensiiteetti suuri. Ihmistoiminnan aiheuttama paine kohtalainen.
Keski-Otmen (Mh)	Hy-T	Matalia hiekka-, kivikko- ja mutapohjia sekä minerogeenisiä pohjia, joissa päällä detritusta. Matala järvi.	Runsaasti järviruokoa, saraa, isoetidejä ja kelluslehtisiä.	Keskirehevä-rehevä, lyhytviipymäinen. Ihmistoiminnan aiheuttama paine kohtalainen.
Kajoonjärvi (Kh)	E-Hy	Jyrkät rannat, hiekkaa pääasiassa, myös kivikkoa. Syvä, keskisyvyys suuri.	Kohtalaisen runsaasti pohjalehtisiä, samoin kelluslehtisiä.	Karu, maatalouden vaikutus melko suuri. Ihmistoiminnan vaikutus kohtalaisen suuri, silti syvä järvi on pysynyt hyväkuntoisena.
Petkeljärvi (Lv)	T-V	Hiekka-, hiesu- ja itäosassa mutapohjaa. Paikoin rannat pahasti eroosion kuluttamia. Rantaprofiilissa paikoin hiekkainen dyyni, josta pohja syvenee jyrkästi.	Piistiinjoen suulla sankkoja vesisammalmattoja, sarakoita ja paikoin ruovikoita. Järvestä puuttuvat, todennäköisesti rantaeroosiosta johtuen, tavallisimmat pohjaruusukekasvit.	Keskirehevä, suuri kaukovaluma-alue. Valuma-alueella runsaasti soita, ojitussintensiiteetti suurehko. Ihmistoiminnan aiheuttama paine melko suuri.
Oskajärvi (MRh)	Hy-T	Loivat rannat, hiekka- ja kivikkorannat vallitsevia. Matala, avoin järvi.	Kaakkoisosassa runsaasti järvikortetta, saraa ja järviruokoa. Pohjaruusukekasvit melko runsaita. Myös järvikaislaa monin paikoin.	Keskirehevä, matala ja avoin järvi. Valuma-alueella ojitussintensiiteetti suuri. Ihmistoiminnan aiheuttama paine kohtalainen.
Kinnasjärvi (Rh)	Hy	Jyrkästi syvenevät, erittäin karut kivikkorannat vallitsevia. Rannoilla merkkejä joskus toteutetusta järven laskusta. Tästä järvijoukossa toiseksi syvin. Kasvillisuuslinjat nopeasta syvenemisestä johtuen lyhyitä.	Kasvillisuus koko järvellä hyvin samanlaista: viettävillä rannoilla paikoin kortetta ja järviruokoa, syvemmällä isoetidejä ja kapea kelluslehtisvyöhyke.	Iso kaukovaluma-alue, jolla paljon asumuksia ja kesäasuntoja. Läpivirtausjärvi. Keskirehvän järven ojitussintensiiteetti on melko alhainen, mutta ihmistoiminnan aiheuttama paine voidaan katsoa kohtalaiseksi.
Harkkojärvi (Rh)	E-Hy	Loivahkot hiesu- ja hiekkarannat vallitsevia. Paikoin myös hiekkasorantaa. Sokkeloinen ja melko matala järvi.	Eniten kasvilajeja koko järvijoukosta. Runsaasti kortetta ja kelluslehtisiä. Pohjaruusukekasvit yleisiä ja runsaita.	Keskirehevä-rehevä järvi, jonka ojitussintensiiteetti on kohtainen, mutta ihmistoiminnan aiheuttama paine on alhainen. Melko korkeat ravinnepitoisuudet voivat olla luontaisia, peräisin ravinteikkailta soilta.
Koppelojärvi (Rh)	V-Hu	Kivikkorannat vallitsevia, myös saraa ja paikoin savea. Paljon peltoja pohjois- ja luoteisrannoilla.	Erittäin niukkalajinen kasvillisuus. Korte hyvin yleinen ja runsas, samoin ulpukka. Ei pohjaruusukekasveja.	Rehevä, kohtalaisen syvä järvi. Ojitussintensiiteetti erittäin korkea. Ihmistoiminnan aiheuttama paine suuri.

## 6 Johtopäätökset

Vesikasvillisuuden lajikoostumuksesta ja runsaus-suhteista laskettujen ekologisten laatusuhteiden perusteella ei ollut mahdollista luokitella luotettavasti 10 pohjoiskarjalaisen kohdejärven ekologista tilaa suhteessa käytettyihin vertailujärviin. Kohdejärvistä osa oli veden ravinteisuuden perusteella lähellä luonnontilaa, osa lievästi rehevöityneitä ja osa rehevöityneitä. Osa järvistä oli latvajärviä ja osa alempana vesistöalueilla sijaitsevia. Tutkimuksessa todettiin pohjoiskarjalaisten järvien eroavan vesikasvilajistoltaan ja kasvillisuuden runsaudeltaan vertailujärvinä käytetyistä pohjois- ja eteläsavolaisista sekä kainuulaisista järvistä. Tutkimus osoitti, että ekologisen tilan määrittäminen vesikasvillisuuden lajikoostumuksen ja runsauden avulla vaa-

tisi vertailujärvien sijoittumista maantieteellisesti lähelle kohdejärviä. Vertailujärvien tulisi myös olla valuma-alueiden maankäytöltään ja morfologialtaan samantyyppisiä kohdejärvien kanssa. Orgaanisen aineksen olomuodon muutos mentäessä latvajärvistä alempana sijaitseviin järviin tulisi huomioida nykyistä paremmin järvien tyypittelyssä. Sillä on vaikutusta järvien biodiversiteettiin.

Tutkittujen järvien todettiin pääsääntöisesti olevan vesikasvillisuuden lajistokoostumuksen ja runsauden perusteella ekologiselta tilaltaan erinomaisia tai hyviä, pari järveä oli lähellä tyydyttävää luokkaa. Yksi kohdejärvistä voidaan arvioida luokkaan välttävä-huono. Luokitusta tulee pitää suuntaa antavana.

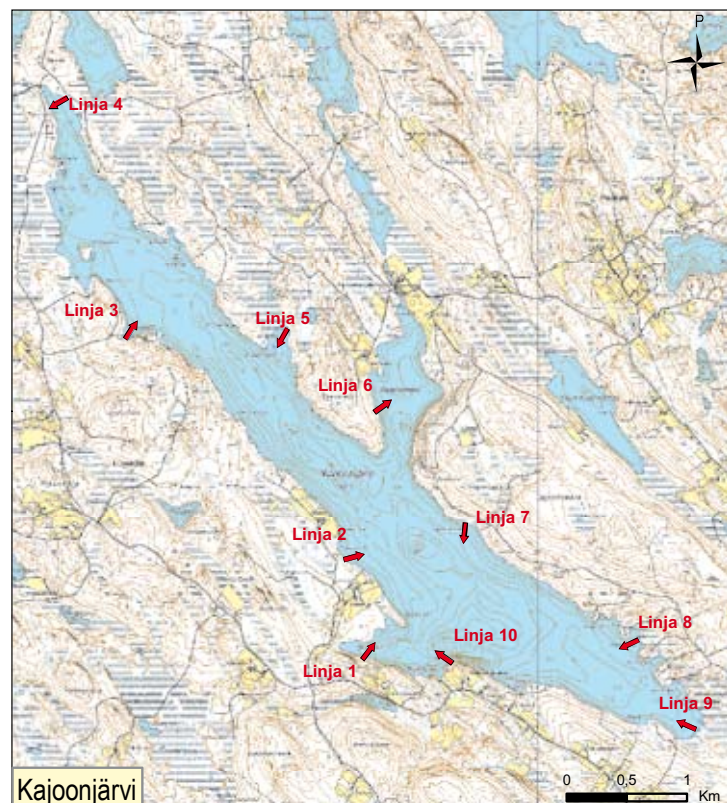
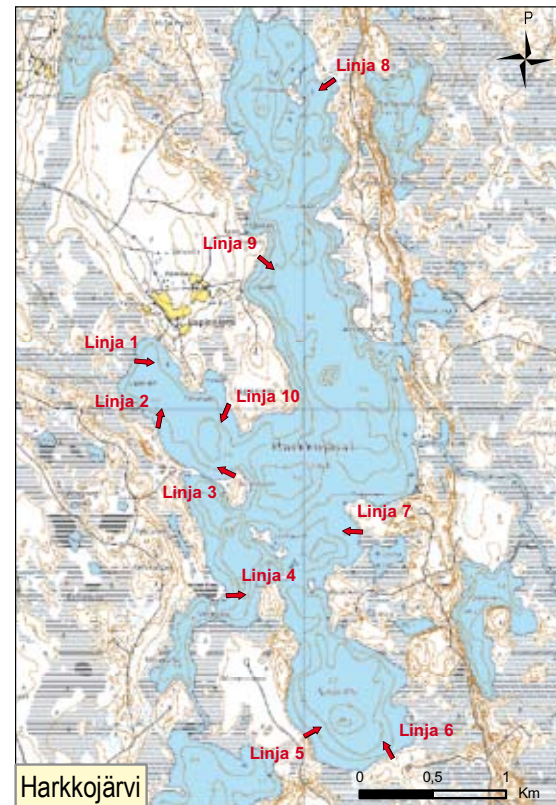
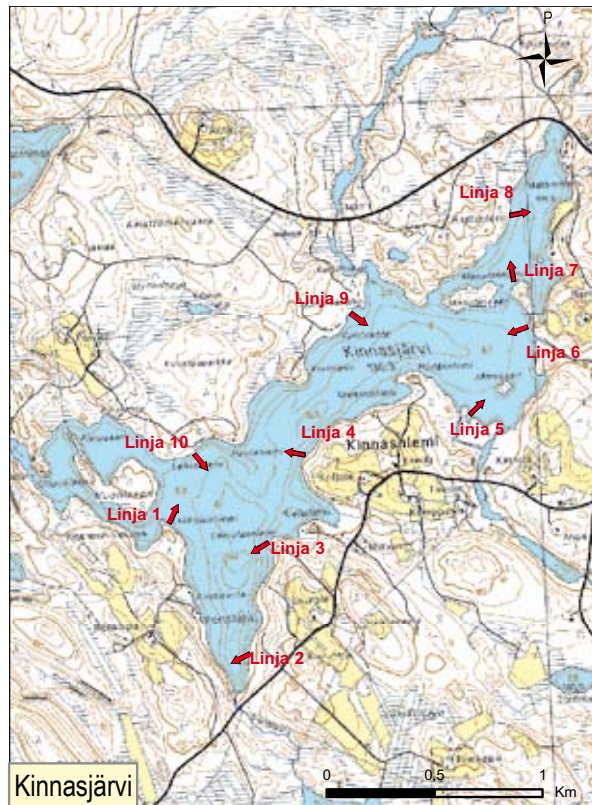
## LÄHTEET

- Hill, M.O. 1979. DECORANA – a FORTRAN Program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, N.Y., Cornell University.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. ja Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. 4. painos. 656 s. Luonnontieteellinen museo, kasvimuseo.
- Hämäläinen, H., Koskenniemi, E., Kotanen, J., Heino, J., Paavola, R. ja Muotka, T. 2002. Benthic invertebrates and the implementation of WPD: sketches from Finnish rivers. – TemaNord 566: 55–58.
- Ilmavirta, V. ja Toivonen, H. 1986. Comparative studies on macrophytes and phytoplankton in ten small, brown-water lakes of different trophic status. Aqua Fennica 16: 125–142.
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. ja Airaksinen, O. 2003. Vesimakrofytyt järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatutkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi -projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. 96 s.
- Kukkonen, M., Hassinen, A., Holopainen, A.-L., Hynynen, J., Kekäläinen, J., Leppä, M., Niinioja, R., Nykänen, J., Viljanen, M. ja Luotonen, H. 2007. Metsäjärvien tila ja tulevaisuus. Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 8. 113 s.
- Kuoppala, M., Hellsten, S. ja Kanninen, A. 2006. Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus. Suomen ympäristökeskus. Raportti. 70 s + liitteet.
- Suomen ympäristökeskus 2002. Tyypittelyohje 10.4.2002.
- Ter Braak, C.J.F. and Šmilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 352 p.
- Toivonen, H. 1981. Sisävesien suurkanavallisuus. Teoksessa: Meriläinen, J. (toim.). Suomen Luonto 4: 179–208. Kirjayhtymä, Helsinki.
- Toivonen, H. 1984. Makrofytytien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa. Luonnon Tutkija 88: 92–95.
- Wallin, M., Wiederholm, T. and Johnson, R.K. 2002. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. produced by CIS Working Group 2.3 REFCOND. 5th and final draft. Version 2002-2-20. 98 s.
- Vallinkoski, V.-M., Kanninen, A., Leka, J. ja Ilvonen, R. 2004. Vesikanavallisuus pienten järvien tilan ilmentäjänä. Ilmakuvatutkintaan ja maastoseurantoihin perustuvat ekologisen tilan mittarit. Suomen ympäristö 725. 90 s.
- Vuori, K.-M., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Lax, H.-G., Lepistö, L., Londesborough, S., Mitikka, S., Niemelä, P., Niemi, J., Perus, J., Pietiläinen, O.-P., Pilke, A., Riihimäki, J., Rissanen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H. ja Westberg, V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. Suomen Ympäristö 807. 151 s.
- Ympäristöministeriö 2006. Pintavesien tyypittely. Kirje alueellisille ympäristökeskuksille ja Suomen ympäristökeskukselle 17.2.2006, Dnro YM3/401/2006. 4 s.



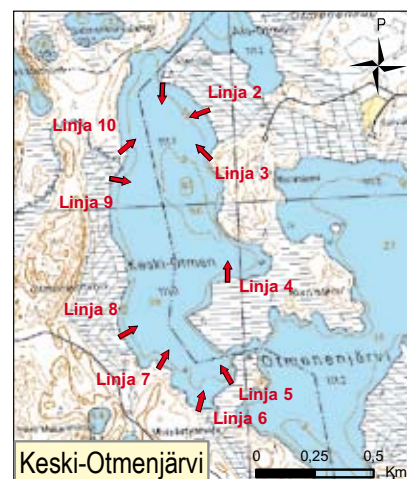
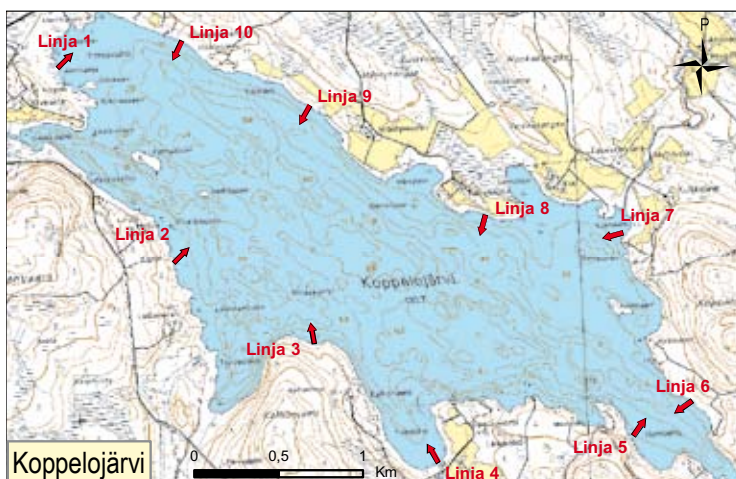
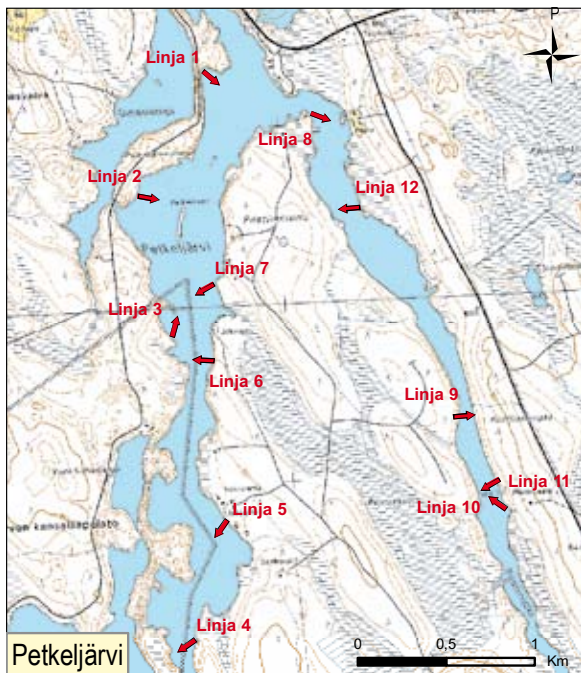
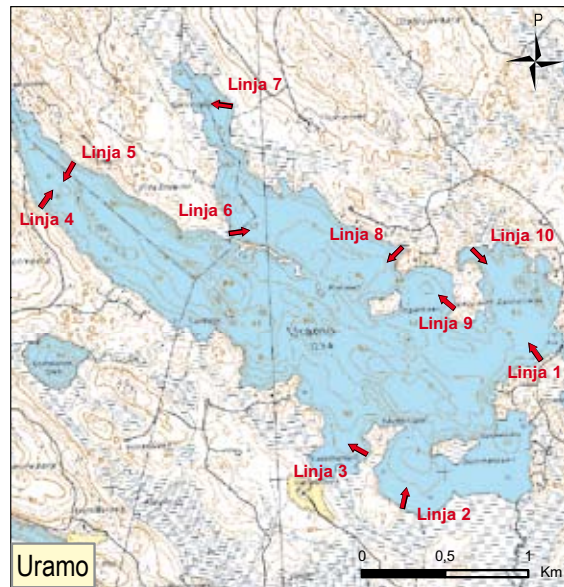
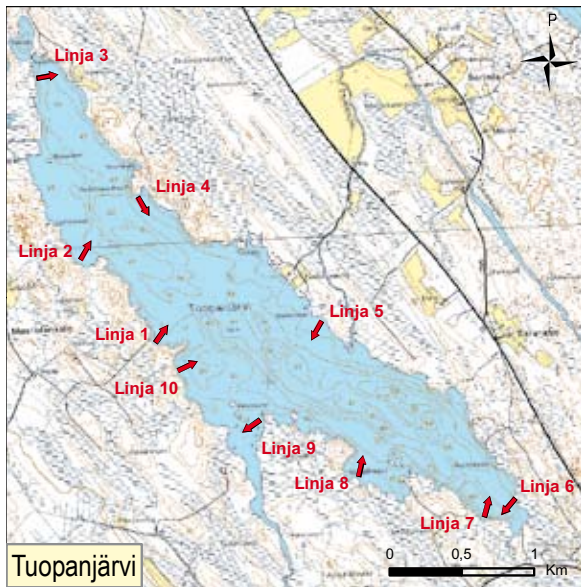
## LIITE I/I

### Liite I. Hankejävrien vesikasvivilinjat.





## LIITE I/2



## LIITE 2/I

Liite 2. Järvikohtaiset lajilistat, lajien yleisyys (linjakohtainen esiintyminen % ja 7-asteikko) sekä runsaus (% ja 7-asteikko).

Lajit	Pusonjärvi				Uramo				Tuopanjärvi				Keski-Otmen				Kajoonjärvi			
	Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau	
	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	10	4	0,0	1	10	4	0,0	1	10	4	0,1	1					10	4	0,1	1
<i>Callitriche</i> sp. L.																				
<i>Carex acuta</i> L.																	30	5	11,0	4
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.	10	4	0,0	1	10	4	0,1	1	10	4	0,1	1								
<i>Carex rostrata</i> Stokes	70	6	1,0	2	20	4	0,2	1	40	5	0,3	1					20	4	0,1	1
<i>Carex</i> sp. L.					20	4	0,1	1												
<i>Drepanocladus</i> sp. (C.Müll) G. Roth																				
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.																				
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem & Schult	0	0	0,0	0													20	4	0,2	1
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	80	7	0,0	1	30	5	0,2	1	40	5	0,3	1	50	5	0,4	1	60	6	0,9	2
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.																				
<i>Fontinalis</i> sp. Hedw.																				
<i>Isoetes</i> sp. L.					70	6	5,0	4	10	4	0,1	1	40	5	9,0	4	50	5	2,0	3
<i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>													30	5	0,2	1				
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.																				
<i>Lobelia dortmanna</i> L.					80	7	5,0	4	40	5	0,7	2	40	5	30,0	5	40	5	2,0	3
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.	40	5	0,0	1									10	4	0,3	1	10	4	0,1	1
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC:					50	5	0,3	1									20	4	0,1	1
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibht. & Sm.	70	6	1,0	3	70	6	2,0	3	70	6	1,0	3	10	4	4,0	3	30	5	3,0	3
<i>Nuphar pumila</i> (Timm.) DC.					30	5	0,7	2					50	5	1,0	3				
<i>Nuphar</i> sp. Sm.																	20	4	0,6	2
<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i> (C. Presl.) Korsh.									50	5	1,0	3	10	4	0,5	1				
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	10	4	0,0	1					60	6	0,4	1	70	6	0,7	2				
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	40	5	0,0	1	60	6	0,4	1	40	5	0,5	1	80	7	1,0	3				
<i>Polygonum amphibium</i> (L.) Gray													10	4	5,0	3				
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	10	4	1,0	1																
<i>Potamogeton gramineus</i> L.																	10	4	0,1	1
<i>Potamogeton natans</i> L.	10	4	1,0	1	10	4	0,0	1					20	4	1,0	2	20	4	0,4	1
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.									30	5	0,2	1	10	4	1,0	2	10	4	0,1	1
<i>Ranunculus reptans</i> L.					30	5	0,6	2	10	4	0,1	1	10	4	1,0	2	40	5	0,8	2
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla					30	5	0,9	2	40	5	0,6	2	10	4	1,0	2				
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.																	10	4	0,1	1
<i>Sparganium gramineum</i> Georgi	30	5	0,0	1									60	6	0,6	2	20	4	0,1	1
<i>Sphagnum</i> sp. L.					30	5	0,1	1	40	5	0,4	1								
<i>Utricularia minor</i> L.													10	4	0,5	1				
<i>Utricularia</i> sp. L.					20	4	0,1	1									10	4	0,0	1
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	10	4	0,0	1																

# LIITE 2/2

Lajit	Petkeljärvi				Oskajärvi				Kinnasjärvi				Harkkojärvi				Koppelojärvi			
	Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau		Yleisyys		Runsau	
	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7	%	1-7
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	10	4	1,0	2													20	4	0	1
<i>Callitriche</i> sp. L.																	10	4	0	1
<i>Carex acuta</i> L.					30	5	0	1												
<i>Carex rostrata</i> Stokes					30	5	2	3	20	4	0	1	30	5	0,3	4,0				
<i>Carex</i> sp. L.	30	5	0,3	1	20	4	0	1					20	4	0,3	1,0				
<i>Drepanocladus</i> sp. (C.Müll) G. Roth	10	4	0,3	1	10	4	20	4	10	4	0,0	1	20	4	0,3	1,0				
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	20	4	60,0	6	10	4	0	1	10	4	0,0	1	50	5	0,3	1,0				
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem & Schult	40	5	0,6	2	70	6	0	1												
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	80	7	0,3	1	90	7	1	2	50	5	0,0	1	80	7	1,1	3,0	80	7	10	4
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.																	10	4	1	1
<i>Fontinalis</i> sp. Hedw.	10	4	90,0	7	10	4	20	4	20	4	0,0	1	20	4	0,3	1,0				
<i>Isoetes</i> sp. L.					70	6	1	2	40	5	2,0	3	90	7	1	3,8				
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.									10	4	0,0	1	10	4	0,3	1,0				
<i>Lobelia dortmanna</i> L.					30	5	6	4					50	5	6,1	4,0				
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.					60	6	0	1					10	4	0,5	1,0				
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC:													50	5	0,4	1,0				
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibht. & Sm.	50	5	11,0	4	30	5	5	3	30	5	20,0	4	60	6	9,7	4,0	70	6	3	3
<i>Nuphar pumila</i> (Timm.) DC.	10	4	2,6	3	30	5	0	1	30	5	10,0	4								
<i>Nuphar</i> sp. Sm.									30	5	14,0	4								
<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i> (C. Presl.) Korsh.					10	4	0	1												
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	40	5	0,4	1	20	4	0	1	10	4	0,0	1	20	4	4,1	3,0	30	5	0	1
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	10	4	50,0	5	50	5	3	3	30	5	10,0	4	40	5	4,1	3,0	10	4	0	1
<i>Polygonum amphibium</i> (L.) Gray	10	4	0,3	1																
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	10	4	1,0	2																
<i>Potamogeton natans</i> L.	40	5	7,0	4					10	4	0,0	1	10	4	0,5	1,0	20	4	0	1
<i>Ranunculus reptans</i> L.													40	5	0,5	1,0				
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla					30	5	1	2	20	4	1,0	2	40	5	3,5	3,0				
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.													10	4	0,5	1,0				
<i>Sparganium emersum</i> Rehmann	40	5	2,0	3																
<i>Sparganium gramineum</i> Georgi	30	5	1,0	3	10	4	1	2	30	5	0,0	1	20	4	0,3	1,0	60	6	0	1
<i>Sparganium</i> sp. L.													10	4	0,3	1,0				
<i>Sphagnum</i> sp. L.	10	4	0,3	1									10	4	0,3	2,0				
<i>Subularia aquatica</i> L.													10	4	1,0	1,0				
<i>Utricularia minor</i> L.													10	4	0,3	1,0				
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	20	4	0,3	1																
<i>Wärnstorfia</i> sp. (Broth.) Loeske	4	80	7,0																	



## LIITE 3/I

Liite 3. Tutkittujen järvien järvikohtaiset kasvillisuusindeksit.

Lajit	Harkkojärvi	Kajoonjärvi	Keski-Otmen	Kinnsjärvi	Koppelojärvi
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	0	16	0	16	16
<i>Callitriche</i> sp.	0	0	0	0	16
<i>Carex acuta</i>	0	0	256	0	0
<i>Carex lasiocarpa</i>	0	0	0	0	0
<i>Carex rostrata</i>	256	16	0	16	0
<i>Carex</i> sp.	16	0	0	0	0
<i>Drepanocladus</i> sp.	16	0	0	16	0
<i>Eleocharis acicularis</i>	32	0	0	16	0
<i>Eleocharis palustris</i>	0	16	0	0	0
<i>Equisetum fluviatile</i>	512	128	32	32	1 024
<i>Fontinalis antipyretica</i>	0	0	0	0	16
<i>Fontinalis</i> sp.	16	0	0	16	0
<i>Isoetes</i> sp.	512	128	256	128	0
<i>Juncus alpinoarcticulatus</i>	0	0	0	0	0
<i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>	0	0	0	0	0
<i>Leptodictyum riparium</i>	16	0	0	16	0
<i>Lobelia dortmanna</i>	256	128	512	0	0
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	16	16	16	0	0
<i>Menyanthes trifoliata</i>	0	0	0	0	0
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	32	16	0	0	0
<i>Nuphar lutea</i>	512	128	64	256	256
<i>Nuphar pumila</i>	16	0	128	256	0
<i>Nuphar</i> sp.	0	32	0	256	0
<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i>	0	0	0	0	0
<i>Nymphaea tetragona</i>	128	0	0	16	32
<i>Phragmites australis</i>	16	0	512	256	16
<i>Persicaria amphibia</i>	0	0	64	0	0
<i>Potamogeton alpinus</i>	0	0	0	0	0
<i>Potamogeton gramineus</i>	0	16	0	0	0
<i>Potamogeton natans</i>	32	16	32	16	16
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0	16	32	0	0
<i>Ranunculus reptans</i>	128	64	32	0	0
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0	0	0	0	0
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	16	0	32	32	0
<i>Sparganium angustifolium</i>	16	16	0	0	0
<i>Sparganium emersum</i>	0	0	0	0	0
<i>Sparganium gramineum</i>	16	16	128	32	64
<i>Sparganium</i> sp.	16	0	0	0	0
<i>Sphagnum</i> sp.	32	0	0	0	0
<i>Subularia aquatica</i>	16	0	0	0	0
<i>Typha latifolia</i>	0	0	0	0	0
<i>Utricularia minor</i>	16	0	16	0	0
<i>Utricularia vulgaris</i>	0	0	0	0	0
<i>Utricularia</i> sp.	0	16	0	0	0
<i>Wernstorffia</i> sp.	0	0	0	0	0

# LIITE 3/2

Lajit	Oskarjärvi	Petkeljärvi	Pusonjärvi	Tuopanjärvi	Uramo
<i>Alisma plantago-aquatica.</i>	0	32	16	16	16
<i>Callitriche</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Carex acuta</i>	32	0	0	0	0
<i>Carex lasiocarpa</i>	0	0	16	0	16
<i>Carex rostrata</i>	128	0	128	32	16
<i>Carex</i> sp.	16	32	0	0	16
<i>Drepanocladus</i> sp.	128	16	0	0	0
<i>Eleocharis acicularis</i>	16	512	0	0	0
<i>Eleocharis palustris</i>	64	64	0	0	0
<i>Equisetum fluviatile</i>	256	128	128	32	32
<i>Fontinalis antipyretica</i>	0	0	0	0	0
<i>Fontinalis</i> sp.	128	1 024	0	0	0
<i>Isoetes</i> sp.	128	0	16	16	512
<i>Juncus alpinoarcticulatus</i>	0	0	0	0	0
<i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>	0	0	0	0	0
<i>Leptodictyum riparium</i>	0	0	0	0	0
<i>Lobelia dortmanna</i>	256	0	0	64	1 024
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	64	0	32	0	0
<i>Menyanthes trifoliata</i>	0	0	0	0	0
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	0	0	0	0	32
<i>Nuphar lutea</i>	128	256	256	256	256
<i>Nuphar pumila</i>	32	64	0	0	64
<i>Nuphar</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i>	16	0	0	128	0
<i>Nymphaea tetragona</i>	16	32	16	64	0
<i>Phragmites australis</i>	128	256	32	32	64
<i>Persicaria amphibia</i>	0	16	0	0	0
<i>Potamogeton alpinus</i>	0	0	16	0	0
<i>Potamogeton gramineus</i>	0	32	0	0	0
<i>Potamogeton natans</i>	0	256	16	0	16
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0	0	0	32	0
<i>Ranunculus reptans</i>	0	0	0	16	64
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0	0	0	0	0
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	64	0	0	64	64
<i>Sparganium angustifolium</i>	0	0	0	0	0
<i>Sparganium emersum</i>	0	128	0	0	0
<i>Sparganium gramineum</i>	32	128	32	0	0
<i>Sparganium</i> sp.	0	16	0	32	32
<i>Sphagnum</i> sp.	0	0	0	0	0
<i>Subularia aquatica</i>	0	0	0	0	0
<i>Typha latifolia</i>	0	0	0	0	0
<i>Utricularia minor</i>	0	0	0	0	0
<i>Utricularia vulgaris</i>	0	0	16	0	0
<i>Utricularia</i> sp.	0	0	16	0	16
<i>Wernstorfia</i> sp.	0	1 024	0	0	0

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			Julkaisu-aika Joulukuu 2007
Tekijä(t)	Juhani Hynynen, Aira Aalto ja Tuija Harju			
Julkaisun nimi	Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 7 / 2007			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös Internetissä <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Tiivistelmä	<p>Pohjois-Karjalan vesistöjen tilan parantaminen -hankkeen vesikasviosiossa arvioitiin kymmenen hajakuormituksen rasittaman metsäjärven ekologista tilaa vesikasvien perusteella. Kohdejärvistä osa oli veden ravinteisuuden perusteella lähellä luonnontilaa, osa lievästi rehevöityneitä ja osa rehevöityneitä. Järvistä osa oli latvajärviä ja osa alempana vesistöalueilla sijaitsevia. Tutkittujen järvien todettiin pääsääntöisesti olevan vesikasvillisuuden lajisto-koostumuksen ja runsauden perusteella ekologiselta tilaltaan erinomaisia tai hyviä. Kolme järvistä ei saavuttanut vähintään hyvää tilaa. Luokitusta tulee kuitenkin pitää suuntaa antavana, koska pohjoiskarjalaiset järvet erosivat vesikasvilajistoltaan ja kasvillisuuden runsaudeltaan vertailujärvinä käytetyistä pohjois- ja eteläsuomalaisista sekä kainuulaisista järvistä. Luotettavampi luokittelu vaatisi vertailujärvien sijoittumista maantieteellisesti lähelle kohdejärvä. Vertailujärvien tulisi myös olla valuma-alueiden maankäytöltään ja morfologialtaan samantyyppisiä kohdejärvien kanssa.</p>			
Asiasanat	Humusjärvet, Pohjois-Karjala, vesikasvit, rehevöityminen, metsätalous, hajakuormitus, ekologinen tila-arvio			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	EAKR, ympäristöministeriö, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-2873-8 (nid.)	ISBN 978-952-11-2874-5 (PDF)	ISSN 1796-1874 (pain.)	ISSN 1796-1882 (verkkok.)
	Sivuja 31	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) 7 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus			
Julkaisun kustantaja	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, PL 69, 80101 Joensuu			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2007			

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Norra Karelens miljöcentral			Datum December 2007
Författare	Juhani Hynynen, Aira Aalto ja Tuija Harju			
Publikationens titel	<b>Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus</b> (Kartläggning av vattenväxterna i tio sjöar)			
Publikationsserie och nummer	Norra Karelens miljöcentrals rapporter 7 / 2007			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publicationen finns tillgänglig också på internet <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Sammandrag	<p>I den del av projektet "Utvärdering av tillståndet för vattendragen i Norra Karelen" som behandlade vattenväxter undersöktes det ekologiska tillståndet för tio för spridd belastning utsatta skogssjöar på basis av vattenväxterna. Av de undersökta sjöarna befann sig en del på basis av vattnets näringshalt nära naturtillstånd, en del var lindrigt eutrofierade och en del eutrofierade. Av sjöarna befann sig en del i vattendragets övre lopp och en del lägre på vattendragsområdena. På basis av vattenfloras artsammansättning och riklighet konstaterades det ekologiska tillståndet för de undersökta sjöarna som regel vara utmärkt eller gott. Tre av sjöarna kunde inte betecknas som att de befann sig i ett åtminstone gott tillstånd. Klassificeringen bör emellertid betraktas som riktgivande, emedan sjöarna i Norra Karelen avvek i fråga om vattenväxter och växlighetens riklighet från de sjöar i norra och södra Savolax samt Kajanaland som användes som jämförelsematerial. En mera tillförlitlig klassificering skulle kräva att jämförelsesjöarna befinner sig geografiskt i närheten av de undersökta. De jämförda sjöarna borde också vara av samma typ som de undersökta vad beträffar markanvändningen på avrinningsområdena och morfologin.</p>			
Nyckelord	Humus, sjöar, Norra Karelen, vattenväxter, eutrofiering, skogsbruk, diffus belastning, ekologiska tillståndet			
Finansiär/ uppgångsgivare	ERUF, Miljöministerie, Norra Karelens miljöcentral			
	ISBN 978-952-11-2873-8 (hft.)	ISBN 978-952-11-2874-5 (PDF)	ISSN 1796-1874 (print)	ISSN 1796-1882 (online)
	Sidantal 31	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 7 €
Beställningar/ distribution	Norra Karelens miljöcentral			
Förläggare	Norra Karelens miljöcentral, PB 69, 80101 Joensuu, Finland			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Oy, Helsingfors 2007			



## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	North Karelia Regional Environment Centre			<i>Date</i> December 2007
<i>Author(s)</i>	Juhani Hynynen, Aira Aalto ja Tuija Harju			
<i>Title of publication</i>	<b>Kymmenen metsäjärven vesikasvikartoitus</b> (Survey of aquatic vegetation in ten forest lakes)			
<i>Publication series and number</i>	Reports of the North Karelia Regional Environment Centre 7 / 2007			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	This publication is also available in the Internet <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Abstract</i>	<p>The aquatic vegetation subproject of the Improving the Status of North Karelian Lakes project employed aquatic plants to study the ecological status of ten forest lakes with brown water suffering from diffuse pollution. Based on the nutrient content, some of the lakes were in a nearly natural state, some suffered from slight eutrophication and some from eutrophication. Some of the lakes were headwater lakes, while others were further down the river basin. On the basis of aquatic plant species composition and richness, the ecological status of the lakes surveyed was mainly high or good. Only three of the lakes did not achieve the status "good" or higher. The classification should, however, be considered only tentative because the composition of aquatic plant species and the amount of vegetation in North Karelian lakes differs from the reference lakes in North and South Savo and Kainuu. A more reliable classification would require reference lakes that are geographically close to the lakes studied. The reference lakes should also have a catchment area with a similar land use and morphology.</p>			
<i>Keywords</i>	Humus, lakes, North Karelia, aquatic plants, eutrophication, forestry, diffuse loading, ecological status			
<i>Financier/ commissioner</i>	ERDF, The Finnish Ministry of Environment, North Karelia Regional Environment Centre			
	ISBN 978-952-11-2873-8 (pbk.)	ISBN 978-952-11-2874-5 (PDF)	ISSN 1796-1874 (print)	ISSN 1796-1882 (online)
	No. of pages 31	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) 7 €
<i>For sale at/ distributor</i>	North Karelia Regional Environment Centre			
<i>Financier of publication</i>	North Karelia Regional Environment Centre, P.O.Box 69, FIN-80101 Joensuu, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2007			



POHJOIS-KARJALAN  
YMPÄRISTÖKESKUS

JOENSUUN  
YLIOPISTO



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS



ISBN 978-952-11-2873-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-2874-5 (PDF)

ISSN 1796-1874 (pain.)

ISSN 1796-1882 (verkkokj.)